

# ANALISA PENGARUH SUHU DAN WAKTU PEMANASAN PADA NYLON FILM TERHADAP MAMPU BENTUK ZIPPER

Mohamad Faizal<sup>1</sup>, Fahmi Wahyudi<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta Selatan, Indonesia<sup>1 2</sup>  
email<sup>1</sup> : mfaizalh44@yahoo.com

## Abstract

*Ultrasonic Welding has been used to join the thermoplastic material of about 35 years. Now, Ultrasonic Welding has been widely used not only for the thermoplastic material, but also can be used for all kinds of industries, one of which is the textile industry. Ultrasonic Welding has many advantages economically and efficiency. In its use of the zipper industry, Ultrasonic Welding used to join between components to the surface of the film nylon zipper. However, the wrong calculation of the temperature and the length of time could caused the strength of nylon films was reduced to cause permanent damage. This study aims to determine the temperature and duration of heating time. Ultrasonic Welding is used Branson type with power supply 40 kHz / 60 W with a maximum current of 3A. Booster type used is standard series M8 x 1:25 Horn 40 kHz with titanium material. Converter used CH30 with a maximum continuous use at 60 W. attachment method used is butt joint with a gap between the horn surface is ¼ inch zipper. Thermoplastic material in this case used nylon 66.*

*Keywords: Ultrasonic Welding, Zipper, Nylon film, Heating time*

## PENDAHULUAN

Zipper merupakan salah satu komponen tekstil. Perkembangan zipper berpengaruh terhadap permintaan akan pakaian yang dihasilkan oleh industri garment. Kualitas yang diproduksi pun diperhatikan guna memberikan daya tahan yang lama dalam penggunaan zipper.

Dalam penggunaannya, Zipper dikelompokkan menjadi dua, yaitu Opened End dan Closed End. Kerusakan pada zipper tipe Opened End pada proses perekatan yang tidak dapat diperbaiki adalah nylon film yang sobek atau terbakar yang sudah melekat pada zipper.

Kerusakan nylon film pada zipper menjadi penyebab utama jumlah produk pada zipper yang tidak dapat dipakai. Nylon film sebagai komponen dari zipper berpengaruh terhadap ketahanan atau masa pakai dari zipper tersebut. Perekatan nylon film menggunakan Ultrasonic Welding.

Prinsip kerja dari Ultrasonic Welding adalah mentransformasikan friksi pada dua material menjadi panas di area permukaan. Sistem perekatan nylon film ke zipper dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemanasan yang diperlukan. Suhu dan waktu pemanasan yang diberikan pada nylon film perlu diperhitungkan agar mendapatkan zipper yang kuat dan tahan lama sehingga didapatkan kualitas

zipper yang memenuhi kriteria. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan memberi manfaat teknis yaitu mengetahui suhu dan lama waktu pemanasan yang dibutuhkan selama proses perekatan dan memberikan standarisasi pengoperasian mesin serta meningkatkan kualitas zipper yang berpengaruh kepada masa pakai dari zipper tersebut.

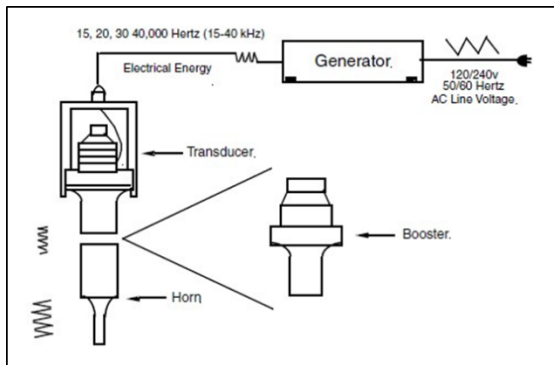
## TINJAUAN PUSTAKA

### Ultrasonic Welding

Proses Ultrasonic Welding adalah menggabungkan dan mereformasi thermoplastic dengan menggunakan panas yang dihasilkan oleh gerakan mekanis dengan frekuensi yang tinggi. Proses ini dihasilkan dari mengkonversikan energi listrik dengan frekuensi tinggi menjadi gerakan mekanik dengan frekuensi tinggi.

Komponen pada ultrasonic welding terbagi menjadi empat komponen:

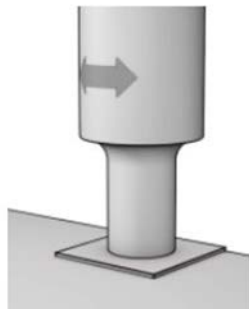
- Generator (Power Supply)
- Transducer (Converter)
- Booster
- Horn



**Gambar 2.1.** Ultrasonic Welding

### Metode Perekatan Torsional

Pada metode ini umumnya juga diatur secara vertikal, akan tetapi pada prosesnya sama sekali berbeda. Metode ini adalah tipe dari perekatan dengan frekuensi tinggi terhadap friksi yang diberikan. Getaran yang diberikan secara tangensial, horn bergerak secara vertikal terhadap komponen yang direkatkan. Friksi menghasilkan panas di antara kedua komponen yang direkatkan dengan frekuensi getaran yang tinggi (20kHz), amplitudo dan tekanan. Pada metode ini sangat tepat untuk aplikasi dimana getaran tambahan disekitar horn tidak diperlukan sehingga resiko kerusakan yang dihasilkan kecil

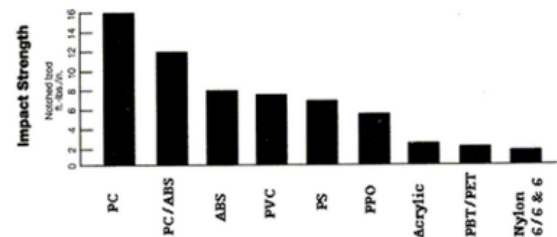


**Gambar 2.2.** Metode Perekatan Torsional.

### Karakteristik Nylon 66

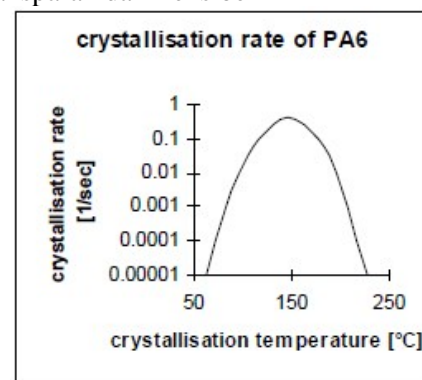
Nylon pada umumnya dikenal dengan sebutan kimia PA (Poliamida) dengan warna hitam, putih dan warna alamnya. Varian nylon yang digunakan untuk aplikasi teknik adalah nylon 66. Nylon 66 dapat diekstrusi atau dicairkan sesuai bentuk yang diinginkan. nylon memiliki nilai leleh yang tinggi.

Diagram berikut menunjukkan kekuatan benturan relatif dari nylon bila dibandingkan dengan kekuatan benturan plastik lainnya yang umum digunakan seperti ABS, Polystyrene (PS), atau Polycarbonate (PC).



**Gambar 2.3.** Kekuatan Impact berbagai plastic

Poliamida atau Nylon digunakan untuk proses pembentukan film dengan cara dicor maupun ditiup, terutama untuk film multi layer. Karena nylon adalah material semi kristal. Proses pendinginan yang cepat pada proses pembentukan nylon film akan menghasilkan kristalinitas yang rendah. Oleh karena itu nylon film akan memberikan hasil yang lebih transparan dan fleksibel



**Gambar 2.4.** Grafik Laju Kristalisasi Poliamide

Nylon mudah diinjeksi untuk dibentuk sesuai aplikasi dan kemudian di daur ulang kembali.

Sebaliknya, plastik termoset hanya dapat dipanaskan sekali (biasanya selama proses injection molding). Pemanasan pertama menyebabkan bahan termoset mengalami perubahan kimia yang tidak dapat dikembalikan. Jika dipanaskan plastik termoset dengan suhu tinggi untuk kedua kalinya hanya akan membakar material tersebut. Karakteristik ini membuat bahan termoset kecil kemungkinan untuk didaur ulang.

### Hukum Ohm

Hukum Ohm, yaitu Hukum dasar yang menyatakan hubungan antara Arus Listrik (I), Tegangan (V) dan Hambatan (R). Hukum Ohm dapat dirumuskan menjadi persamaan berikut :

$$V = I \cdot R$$

Dari hukum Ohm diatas dapat menentukan daya yang diberikan.

$$P = V \cdot I$$

$$P = (I \cdot R) \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

Untuk menghitung energi listrik digunakan persamaan:

$$W = P \times t$$

Dimana :

$P$  = Daya [W]  
 $V$  = Tegangan [V]  
 $I$  = Arus Listrik [A]  
 $R$  = Hambatan [Ohm]  
 $t$  = Waktu [Sekon]

### Kalor

Kalor didefinisikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki oleh suatu benda yaitu dengan mengukur suhu benda tersebut. Jika suhunya tinggi maka kalor yang dikandung oleh benda sangat besar, begitu juga sebaliknya jika suhu rendah maka kalor yang dikandung sedikit. Besar kecilnya kalor yang dibutuhkan suatu benda (zat) tergantung pada 3 faktor:

1. Massa zat
2. Jenis zat (kalor jenis)
3. Perubahan suhu

Secara matematis dapat ditulis:

$$Q = m \times c \times (T_2 - T_1)$$

Dimana:

$Q$  = Kalor yang dibutuhkan [J]

$M$  = Massa [kg]

$C$  = Kalor jenis [J/kgK]

$(T_2 - T_1)$  = Perubahan suhu [K]

### Teori Azas Black

Menurut asas Black apabila dua benda dengan suhu yang berbeda disatukan atau dicampur maka akan terjadi aliran kalor dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Aliran ini akan berhenti sampai terjadi keseimbangan thermal (suhu ke dua benda sama)

Secara matematis dirumuskan:

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

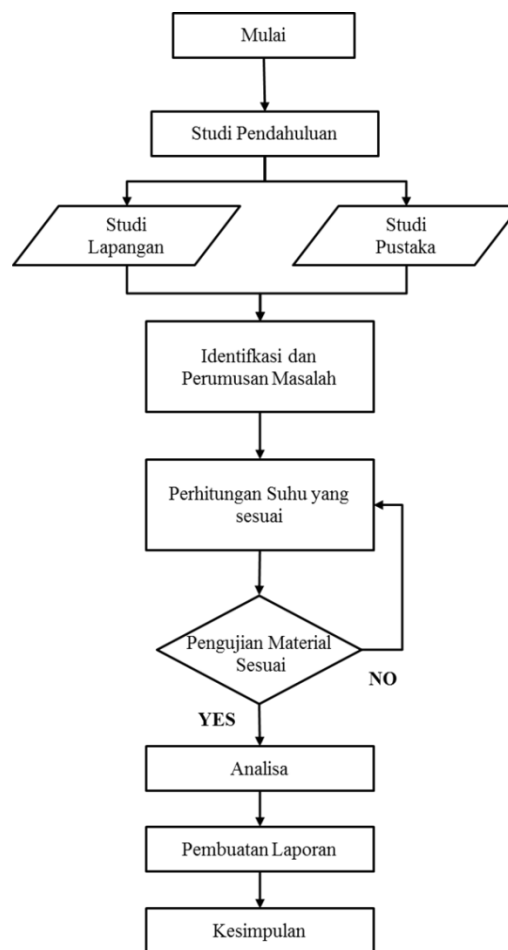
Besarnya energi listrik yang dirubah atau diserap sama besar dengan kalor yang dihasilkan. Sehingga secara matematis dapat dirumuskan:

$$W = Q$$

Maka diperoleh persamaan :

$$P \times t = m \times c \times (T_2 - T_1)$$

## METODOLOGI



**Gambar 3.1.** Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini yang akan dianalisa adalah suhu yang berpengaruh terhadap kekuatan material yang akan diuji.

### Spesifikasi Ultrasonic Welding

Dalam proses perekatan Nylon film pada zipper dilakukan oleh mesin Ultrasonic Welding dengan spesifikasi

**Tabel 3.1.**Spesifikasi Ultrasonic Welding

Model	40 – 400 PA
V DC output	24 Volt
A DC output	2,5 A
Phase	1 Phase

### Spesifikasi Nylon Film

Bahan perekatan yang digunakan adalah nylon film dengan spesifikasi

**Tabel 3.2.**Spesifikasi Nylon Film

Type	Nylon-66
Kalor Jenis	1,7 kJ/kg.K

Massa	0,1072 gram
Tebal	0,3 mm
Lebar	10 mm
Panjang	28 mm

### Uji Nylon Twist

Uji Nylon Twist merupakan salah satu jenis pengujian material dengan sifat merusak (destructive test). Tujuannya adalah untuk mengetahui sifat material berupa kekuatan puntir setelah menerima tegangan puntir. Material yang diijinkan dalam produksi pada pengujian puntir adalah material yang mempunyai kekuatan puntir diatas 9 kg/mm<sup>2</sup>.



Gambar 6. Spesimen Nylon Twist

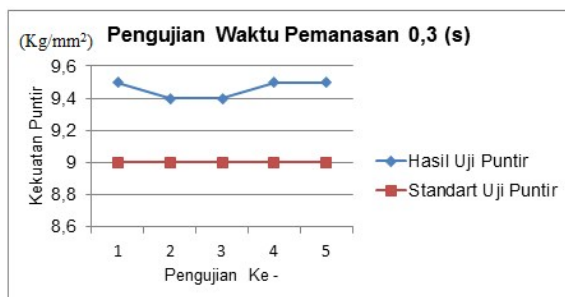
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari perhitungan didapatkan suhu pada masing – masing variabel waktu. Dari suhu yang di dapatkan selanjutnya dilakukan uji Nylon Twist atau pengujian puntir. Pada pengujian dilakukan 5 kali percobaan untuk masing – masing waktu pemanasan

### 1. Perekatan dengan Waktu Pemanasan 0,3 Sekon

Tabel 4.1 Hasil Uji Puntir dengan Waktu 0,3 Sekon

Pengujian ke -	Waktu Perekatan (s)	Suhu Perekatan (°K)	Hasil Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )	Standart Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )
1	0,3	359,42	9,5	9,0
2	0,3	359,42	9,4	9,0
3	0,3	359,42	9,4	9,0
4	0,3	359,42	9,5	9,0
5	0,3	359,42	9,5	9,0
Rata - rata			9,46	



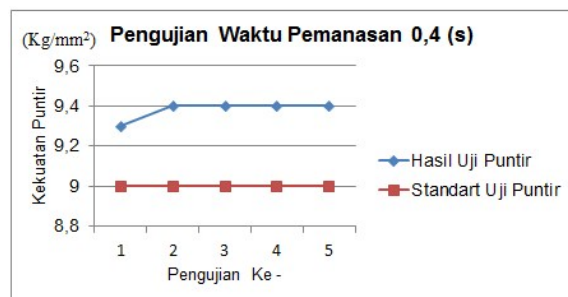
Gambar 4.1. Grafik Hasil Uji Puntir 0,3 (s)

Pada pengujian dengan waktu pemanasan 0,3 detik didapatkan kekuatan tarik rata – rata sebesar 9,46 kg/mm<sup>2</sup> dan masuk kedalam kriteria kekuatan tarik yang diijinkan yaitu diatas 9 kg/mm<sup>2</sup>.

### 2. Perekatan dengan Waktu Pemanasan 0,4 Sekon

Tabel 4.2. Hasil Uji Puntir dengan Waktu 0,4 Sekon

Pengujian ke -	Waktu Perekatan (s)	Suhu Perekatan (°K)	Hasil Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )	Standart Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )
1	0,4	379,85	9,3	9,0
2	0,4	379,85	9,4	9,0
3	0,4	379,85	9,4	9,0
4	0,4	379,85	9,4	9,0
5	0,4	379,85	9,4	9,0
Rata - rata			9,38	



Gambar 4.2. Grafik Hasil Uji Puntir 0,4 (s)

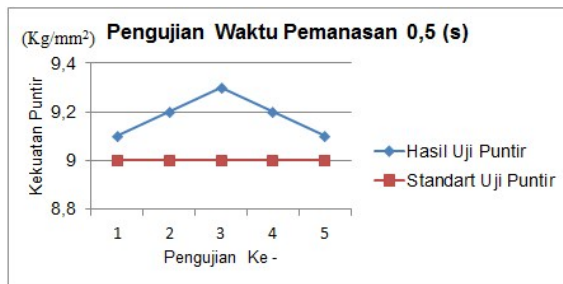
Pada pengujian dengan waktu pemanasan 0,4 detik didapatkan kekuatan tarik rata – rata sebesar 9,38 kg/mm<sup>2</sup> dan masuk kedalam kriteria kekuatan tarik yang diijinkan yaitu diatas 9 kg/mm<sup>2</sup>.

### 3. Perekatan dengan Waktu Pemanasan 0,5 Sekon

Tabel 4.3. Hasil Uji Puntir dengan Waktu 0,5 Sekon

Pengujian ke -	Waktu Perekatan (s)	Suhu Perekatan (°K)	Hasil Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )	Standart Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )
1	0,5	400,27	9,1	9,0
2	0,5	400,27	9,2	9,0
3	0,5	400,27	9,3	9,0
4	0,5	400,27	9,2	9,0
5	0,5	400,27	9,1	9,0
Rata - rata			9,18	





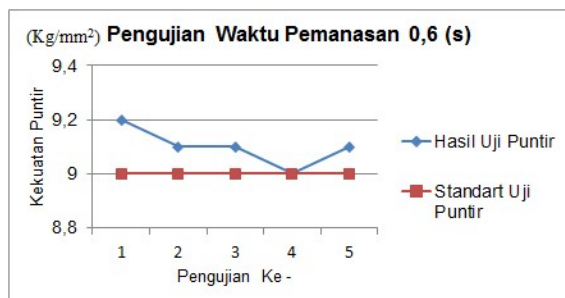
**Gambar 4.3.** Grafik Hasil Uji Puntir 0,5 (s)

Pada pengujian dengan waktu pemanasan 0,5 detik didapatkan kekuatan tarik rata – rata sebesar  $9,18 \text{ kg/mm}^2$  dan masuk kedalam kriteria kekuatan tarik yang diijinkan yaitu diatas  $9 \text{ kg/mm}^2$ .

#### 4. Perekatan dengan Waktu Pemanasan 0,6 Sekon

**Tabel 4.4.** Hasil Uji Puntir dengan Waktu 0,6 Sekon

Pengujian ke -	Waktu Perekatan (s)	Suhu Perekatan (°K)	Hasil Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )	Standart Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )
1	0,6	420,69	9,2	9,0
2	0,6	420,69	9,1	9,0
3	0,6	420,69	9,1	9,0
4	0,6	420,69	9	9,0
5	0,6	420,69	9,1	9,0
Rata - rata			9,1	



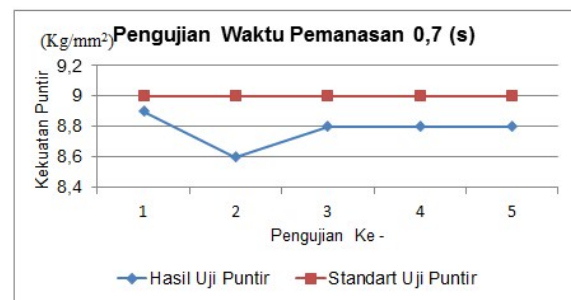
**Gambar 4.4.** Grafik Hasil Uji Puntir 0,6 (s)

Pada pengujian dengan waktu pemanasan 0,6 detik didapatkan kekuatan tarik rata – rata sebesar  $9,1 \text{ kg/mm}^2$  dan masuk kedalam kriteria kekuatan tarik yang diijinkan yaitu diatas  $9 \text{ kg/mm}^2$  namun lebih beresiko.

#### 5. Perekatan dengan Waktu Pemanasan 0,7 Sekon

**Tabel 4.5.** Hasil Uji Puntir dengan Waktu 0,7 Sekon

Pengujian ke -	Waktu Perekatan (s)	Suhu Perekatan (°K)	Hasil Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )	Standart Uji Puntir (Kg/mm <sup>2</sup> )
1	0,7	441,12	8,9	9,0
2	0,7	441,12	8,6	9,0
3	0,7	441,12	8,8	9,0
4	0,7	441,12	8,8	9,0
5	0,7	441,12	8,8	9,0
Rata - rata			8,78	



**Gambar 4.5.** Grafik Hasil Uji Puntir 0,7 (s)

Pada pengujian dengan waktu pemanasan 0,7 detik didapatkan kekuatan tarik rata – rata sebesar  $8,78 \text{ kg/mm}^2$  dan tidak masuk kedalam kriteria kekuatan tarik yang diijinkan yaitu diatas  $9 \text{ kg/mm}^2$ .

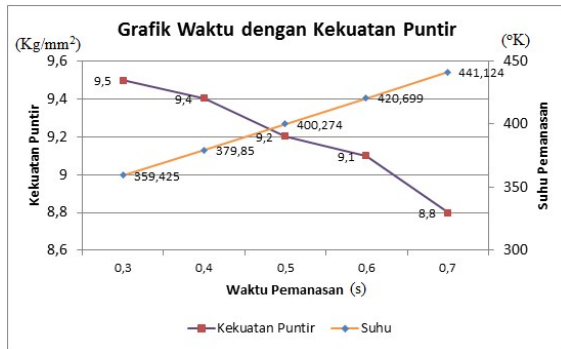
Dari hasil percobaan yang telah dijabarkan diatas, kemudian dilakukan pembesaran dengan skala mikro agar dapat dilihat struktur dari nylon film yang telah diuji.

**Tabel 4.6.** Hasil Uji Puntir Nylon Film

Waktu Perekatan (s)	Suhu Perekatan (°K)	Nilai Uji Puntir rata-rata (Kg/mm <sup>2</sup> )	Gambar
0,3	359,425	9,5	
0,4	379,849	9,4	
0,5	400,274	9,2	
0,6	420,699	9,1	
0,7	441,124	8,8	

Pada hasil pengujian tersebut di dapatkan grafik hubungan waktu pemanasan dengan kekuatan puntir yang mempengaruhi mampu bentuk dari zipper

tersebut



**Gambar 4.6.** Grafik Waktu terhadap Kekuatan Puntir

## SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil pembahasan yang dilakukan yaitu :

1. Waktu perekatan selama 0,3 detik dan 0,4 detik memenuhi syarat mampu bentuk yang baik.
2. Waktu perekatan selama 0,3 detik mempunyai kekuatan yang paling baik karena suhu yang dihasilkan sebesar 359,425 °K akan memberikan kekuatan puntir pada nylon film sebesar 9,5 kg/mm<sup>2</sup>.
3. Pada waktu perekatan akan mempengaruhi suhu yang akan dihasilkan dan kekuatan puntir yang diberikan.
4. Mampu bentuk yang baik akan diperoleh dari t yang tepat dan T yang sesuai, dalam hasil pengujian ini pada t = 0,3 (s) dan T = 359,425 °K
5. Batas kekuatan puntir yang diijinkan sesuai standart kualitas adalah zipper yang mempunyai kekuatan puntir > 9 kg/mm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Omer Sahin, Steve Koellhoffer, Suresh Advani "Thermal Modelling During Continuous Ultrasonic Welding". Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences. 2014.
- Emerson. "Polymers: Characteristics and Compatibility for Ultrasonic Assembly". American Society for Engineering Education, Danbury. 2012.
- de Vries, E. Graff K. "Mechanics and Mechanisms of Ultrasonic Welding". The Ohio State University. 2004.
- T.H Hazlett, S. M. Ambekar "Addational Studies on Interface Temperatures and Bonding Mechanisms of Ultrasonic Weld". Weldng Research Supplement, 1990
- Vladimir N, Khmelev, Slivyn, Abramov. "Model of Process and Calculation of Energy for a Heat Generation of a Welded Joint at

*Ultrasonic Welding Polymeric Thermoplastic Materials".* Biysk Technological Institute. Rusia. 2011

Iman Mujiarto. "Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif". SMART AMNI , Semarang. 2005

Faten Debbabi. Saber B Abdessalem. "Impact of Hot-stretching Treatment on Physical and Mechanical Properties of Polyamide Suture. Textile Reasearch Journal. 2015.